

Usulan Perbaikan Tata Letak Area Gudang Produksi Bahan Baku Veneer Menggunakan Metode Craft Di CN Veneer

Muhammad Alan Nazid Solih ¹, Gunawan Mohammad², Budi Lovian ³.

¹ Program Studi Teknik Industri, Universitas Islam Nahdlatul Ulama Jepara, nazidw13@gmail.com

² Program Studi Teknik Industri, Universitas Islam Nahdlatul Ulama Jepara, gunawan@unisnu.ac.id

² Program Studi Teknik Industri, Universitas Islam Nahdlatul Ulama Jepara, budi@unisnu.ac.id

* Muhammad Alan Nazid Solih

Abstract. This study aims to improve the warehouse layout of raw material production at CN Veneer, Jepara, through the application of the CRAFT (Computerized Relative Allocation of Facilities Technique) method. The current layout presents inefficiencies in terms of long material handling distances and limited maneuverability due to narrow aisles and disorganized material storage. By employing data collection methods such as observation, direct measurement, and interviews with warehouse staff, this research developed a layout model that minimizes total material handling costs (OMH). Using iterative simulations, the CRAFT method generated an optimized layout alternative that significantly reduces travel distance, handling time, and improves spatial efficiency. The final layout proposal shortens material routes, improves accessibility, and enhances operational effectiveness in the warehouse.

Keywords: Layout Optimization; Warehouse Design; CRAFT; Material Handling; CN Veneer; Production Efficiency; OMH; Industrial Layout(;

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk memperbaiki tata letak gudang produksi bahan baku pada perusahaan CN Veneer Jepara dengan menerapkan metode CRAFT (Computerized Relative Allocation of Facilities Technique). Tata letak saat ini menimbulkan permasalahan seperti jarak perpindahan material yang jauh, gang sempit, serta penempatan barang yang tidak teratur, yang berdampak pada rendahnya efisiensi kerja dan tingginya ongkos material handling (OMH). Melalui observasi langsung, pengukuran, dan wawancara dengan operator, dikumpulkan data pendukung untuk penyusunan layout optimal. Metode CRAFT digunakan untuk mengevaluasi tata letak awal dan menghasilkan alternatif tata letak yang lebih efisien secara iteratif. Hasil analisis menunjukkan pengurangan signifikan terhadap jarak tempuh dan biaya pemindahan material. Tata letak usulan memperpendek jalur pengambilan bahan, meningkatkan aksesibilitas, serta memberikan efisiensi ruang yang lebih baik dalam operasional Gudang

Kata kunci: Optimasi Tata Letak; Desain Gudang; CRAFT; Material Handling; CN Veneer; Efisiensi Produksi; OMH; Tata Letak Industri(;

Diterima: 10 Juli 2025

Direvisi: 15 Juli 2025

Diterima: 19 Juli 2025

Diterbitkan: 22 Juli 2025

Versi sekarang: 22 Juli 2025



Hak cipta: © 2025 oleh penulis.
Diserahkan untuk kemungkinan publikasi akses terbuka berdasarkan syarat dan ketentuan lisensi Creative Commons Attribution (CC BY SA) (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

1. Pendahuluan

Perencanaan tata letak fasilitas produksi merupakan elemen penting dalam sistem manufaktur, karena secara langsung mempengaruhi efisiensi proses produksi, jarak

tempuh material, serta waktu dan biaya penanganannya. Salah satu permasalahan yang sering muncul dalam perusahaan manufaktur adalah tidak optimalnya tata letak fasilitas gudang, terutama dalam perusahaan berskala kecil dan menengah (UKM) seperti CN Veneer Jepara. Gudang bahan baku di perusahaan ini memiliki kondisi ruang yang terbatas, pengaturan barang yang kurang efisien, serta jarak antar proses yang cukup jauh, menyebabkan tingginya ongkos material handling (OMH).

CN Veneer merupakan UKM yang bergerak di bidang pengolahan veneer kayu, dengan kebutuhan pengelolaan bahan baku dalam skala menengah. Kondisi eksisting menunjukkan bahwa pengambilan dan penyimpanan bahan baku tidak dilakukan berdasarkan perencanaan tata letak yang matang. Hal ini mengakibatkan proses perpindahan material tidak hanya memakan waktu, namun juga meningkatkan risiko benturan antar operator, penumpukan barang, serta kerusakan material. Jarak pemindahan rata-rata mencapai 39 meter per siklus, yang tidak sesuai dengan prinsip efisiensi ruang dan energi.

Untuk mengatasi hal tersebut, diperlukan pendekatan sistematis melalui metode heuristik seperti CRAFT (Computerized Relative Allocation of Facilities Technique). CRAFT merupakan algoritma perbaikan tata letak yang bekerja secara iteratif dengan meminimalkan biaya perpindahan antar departemen berdasarkan aliran material dan jarak antar fasilitas. Metode ini telah digunakan dalam berbagai penelitian terdahulu untuk menghasilkan desain tata letak yang efisien dan ekonomis.

Studi ini bertujuan untuk (1) menganalisis tata letak awal area produksi bahan baku di CN Veneer, (2) menyusun usulan layout menggunakan metode CRAFT, dan (3) mengevaluasi efektivitas tata letak baru dari sisi jarak dan OMH. Hasil penelitian diharapkan memberikan kontribusi dalam penerapan tata letak berbasis data pada UKM serta meningkatkan efisiensi proses produksi.

Jurnal ini disusun dengan struktur sebagai berikut: bagian 2 menyajikan tinjauan pustaka mengenai teori tata letak dan metode CRAFT, bagian 3 membahas metodologi penelitian, bagian 4 menampilkan hasil dan pembahasan, bagian 5 membandingkan hasil dengan penelitian sejenis, dan bagian 6 memberikan kesimpulan serta saran lanjutan.

2. Tinjauan Literatur

2.1. Tata Letak Fasilitas Produksi

Tata letak fasilitas (facility layout) merupakan penataan lokasi kerja, peralatan, dan area penyimpanan dalam suatu pabrik untuk mencapai efisiensi operasional maksimum. Menurut Wignjosoebroto (2009), tujuan utama tata letak adalah meminimalkan ongkos material handling, mempercepat aliran bahan, dan mengurangi waktu produksi. Penempatan fasilitas yang buruk dapat menyebabkan pemborosan ruang, waktu tunggu, serta aliran proses yang terganggu.

Ada beberapa jenis tata letak berdasarkan karakteristik produksinya, antara lain:

- **Tata letak produk (Product Layout):** mengatur fasilitas berdasarkan urutan proses produksi. Cocok untuk produksi massal.
- **Tata letak proses (Process Layout):** fasilitas dikelompokkan berdasarkan fungsi sejenis. Umum digunakan pada produksi variatif dengan volume kecil.
- **Tata letak tetap (Fixed Position Layout):** produk tetap pada satu tempat dan fasilitas berpindah sesuai kebutuhan. Umum pada proyek konstruksi atau manufaktur besar.
- **Tata letak seluler (Cellular Layout):** berdasarkan prinsip grup teknologi, cocok untuk produksi part family.

2.2. Material Handling dan OMH

Material handling adalah kegiatan memindahkan bahan mentah, produk setengah jadi, atau produk jadi dari satu lokasi ke lokasi lain dalam proses manufaktur. Apple (2019) menyatakan bahwa material handling tidak menambah nilai terhadap produk, sehingga harus dirancang seefisien mungkin. Ongkos material handling (OMH) dihitung berdasarkan:

- Jarak antar fasilitas (r)
- Frekuensi perpindahan (f)
- Biaya perpindahan per meter (c)

Rumus umum OMH: $OMH = r \times f \times c$

2.3. Metode CRAFT

Metode CRAFT (Computerized Relative Allocation of Facilities Technique) adalah teknik perbaikan layout secara iteratif untuk meminimalkan biaya perpindahan material. Metode ini menggunakan pendekatan heuristik, di mana layout awal dimodifikasi melalui pertukaran posisi antar fasilitas untuk mencari solusi yang lebih optimal. CRAFT memerlukan:

1. Data aliran bahan antar departemen
2. Data jarak antar lokasi
3. Layout awal
4. Biaya perpindahan per satuan jarak

CRAFT akan mengevaluasi semua kemungkinan pertukaran dua fasilitas (pairwise exchange) untuk menemukan kombinasi dengan OMH terendah. Iterasi dihentikan ketika tidak ada lagi perbaikan yang signifikan.

CRAFT telah digunakan dalam banyak studi, seperti oleh Ferinandaa dan Rusindiyanto (2021) yang menunjukkan efisiensi pengurangan OMH sebesar 30% pada perusahaan tekstil

2.4. Studi Terdahulu

Beberapa penelitian relevan sebagai referensi adalah:

- Ferinandaa et al. (2021): pengurangan jarak layout dari 53,5 m menjadi 46 m menggunakan CRAFT.
- Susanto & Rusindiyanto (2019): penghematan OMH sebesar 20,93% di perusahaan makanan.
- Wattimena & Maitimu (2015): pengurangan biaya dari Rp 14 juta menjadi Rp 8 juta melalui layout ulang.

Dengan demikian, CRAFT terbukti efektif dan layak untuk diterapkan di CN Veneer.

3. Metode

3.1. Objek Penelitian

Penelitian ini dilakukan di UKM CN Veneer yang beralamat di Jalan R. Sosrodiningrat RT 23 RW 05, DK. Tempel, Bawu, Batealit, Jepara. Fokus utama penelitian adalah pada tata letak area produksi bahan baku veneer yang masih belum optimal dan menyebabkan ketidakefisienan dalam proses pemindahan material.

3.2. Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi dua, yaitu:

- 1) **Data Primer**

- Data tata letak awal area produksi;
- Dimensi ruang produksi;
- Data jarak antar departemen;
- Pola aliran proses pemindahan material.

Data primer diperoleh melalui observasi langsung dan wawancara dengan pekerja yang bertanggung jawab pada proses produksi dan logistik di CN Veneer.

2) Data Sekunder

- Data stok bahan baku;
- Frekuensi pengambilan bahan;
- Referensi jurnal dan buku terkait layout dan metode CRAFT.

3.3. Teknik Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dilakukan melalui:

- **Observasi**

Dilakukan secara langsung untuk mengidentifikasi kondisi tata letak awal, luas ruangan, lokasi peralatan, dan jalur pergerakan material.

- **Wawancara**

Dengan operator dan staf gudang untuk menggali informasi terkait aktivitas pemindahan bahan, kendala, dan efisiensi kerja.

- **Dokumentasi**

Meliputi pengambilan gambar, denah layout eksisting, serta data aliran material dari dokumen internal perusahaan.

3.4. Alur dan Tahapan Penelitian

Langkah-langkah penelitian disusun dalam urutan sebagai berikut:

1. Studi pendahuluan melalui observasi lapangan;
2. Studi literatur terkait tata letak dan metode CRAFT;
3. Identifikasi masalah dan rumusan masalah;
4. Pengumpulan data primer dan sekunder;
5. Penyusunan Activity Relationship Chart (ARC);
6. Penghitungan titik tengah tiap blok area kerja;
7. Penyusunan From-To Chart (FTC) berdasarkan jarak dan frekuensi;
8. Simulasi CRAFT dan iterasi layout;
9. Analisis perbandingan layout awal dan usulan;
10. Penarikan kesimpulan dan rekomendasi.

3.5. Algoritma/Pseudocode : CRAFT

Algoritma 1. Penerapan Metode CRAFT untuk Perbaikan Tata Letak

MASUKAN:

- Layout awal area produksi;
- Data frekuensi pemindahan antar departemen;
- Jarak antar departemen;
- Ongkos material handling per meter (OMH/m)

KELUARAN : Tata letak baru dengan total OMH minimum.

- 1) Langkah 1 : Menentukan layout awal dan mengukur koordinat pusat tiap departemen;
- 2) Langkah 2: Menyusun peta hubungan aktivitas (ARC);
- 3) Langkah 3: Menyusun FTC dari kombinasi jarak dan frekuensi;
- 4) Langkah 4: Menghitung total OMH menggunakan rumus: $OMH = r \times f \times OMH/m$
- 5) Langkah 5: Melakukan iterasi pertukaran posisi antar departemen (pairwise interchange);
- 6) Langkah 6: Evaluasi tiap layout hasil pertukaran;
- 7) Langkah 7: Pilih layout dengan OMH paling rendah sebagai layout usulan

3.6. Formula dan Evaluasi OMH

Untuk menghitung OMH per meter: $OMH/m = Cost / d$

$$Total\ OMH: OMH = r \times f \times OMH/m$$

Keterangan:

- r = jarak antar departemen
 f = frekuensi perpindahan
 Cost = biaya operasional
 d = jarak (meter)

Evaluasi dilakukan dengan membandingkan OMH awal dan OMH dari layout hasil simulasi CRAFT. Proses iteratif dilakukan hingga tidak ada lagi pengurangan OMH yang signifikan.

3.7. Visualisasi dan Software Pendukung

Pengolahan data dan visualisasi layout dilakukan dengan bantuan Microsoft Excel dan software layout sederhana berbasis grid. Proses iterasi CRAFT dilakukan secara manual dan semi-komputasional menggunakan template tabel iterasi CRAFT.

Layout usulan kemudian digambarkan ulang untuk visualisasi posisi blok yang lebih efisien dan dekat dengan pintu keluar, guna mempermudah pengambilan dan penyimpanan material.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Deskripsi Awal Tata Letak CN Veneer

CN Veneer merupakan usaha kecil menengah (UKM) yang bergerak di bidang pengolahan kayu lapis (veneer) di Jepara, Jawa Tengah. Perusahaan memiliki satu area produksi bahan baku dengan ukuran sekitar 10×10 meter yang digunakan untuk menyimpan veneer berbagai ukuran serta perlengkapan pendukung produksi. Sebagai perusahaan skala menengah, tata letak fasilitas di CN Veneer pada awalnya disusun secara konvensional berdasarkan intuisi dan kebutuhan jangka pendek tanpa mempertimbangkan efisiensi aliran kerja dan penghematan biaya material handling.

4.2. Permasalahan pada Tata Letak Awal

Tata letak awal memiliki beberapa kekurangan mendasar. Pertama, aliran bahan tidak mengikuti pola linear maupun pola U yang umum digunakan dalam industri dengan produksi berulang. Kedua, jarak antara pintu masuk, area penyimpanan bahan baku, dan lokasi rak penyimpanan produk jadi cukup jauh dan menyebabkan frekuensi pemindahan tinggi dengan jalur yang tumpang tindih. Ketiga, ukuran bahan baku veneer yang besar menyebabkan operator kesulitan bermanuver di gang sempit, terutama karena tidak adanya pemisahan antara area produk baru dan lama. Hal ini menyebabkan terjadinya kemacetan operasional dan ketidakefisienan waktu. Dampak dari kondisi ini adalah:

- Total jarak tempuh dalam satu siklus material handling mencapai 39 meter;
- Tingkat kelelahan pekerja meningkat;
- Waktu pengambilan bahan menjadi lambat;
- Kesalahan pengambilan meningkat karena penyimpanan tidak terorganisasi.

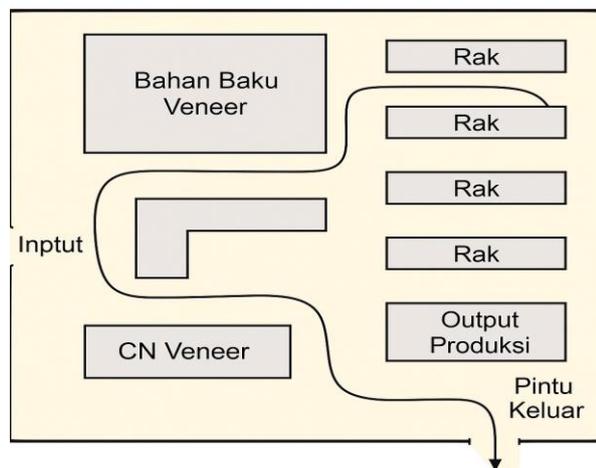
4.3. Pengumpulan dan Pengolahan Data

Data diperoleh melalui metode observasi langsung ke lapangan, wawancara dengan operator gudang, serta dokumentasi visual. Beberapa parameter penting yang dikumpulkan dan digunakan untuk analisis CRAFT antara lain:

- Dimensi area produksi;
- Ukuran dan lokasi masing-masing departemen (rak, penyimpanan, pintu keluar, dll.);
- Frekuensi perpindahan antar fasilitas (dari data penggunaan bulanan bahan baku);
- Biaya material handling per satuan meter (berdasarkan upah pekerja dan alat bantu).

Selanjutnya dibuatlah *Activity Relationship Chart (ARC)* dan *From-To Chart (FTC)* sebagai dasar analisis metode CRAFT.

Gambar 1. Layout Awal Gudang CN Veneer



Tata letak awal memperlihatkan posisi bahan baku veneer jauh dari pintu masuk dan output jalur produksi berada di sisi berlawanan dari jalur masuk, menyebabkan lintasan melingkar yang panjang.

4.4. Simulasi Perbaikan Tata Letak dengan CRAFT

CRAFT (Computerized Relative Allocation of Facilities Technique) merupakan metode heuristik yang digunakan untuk mengevaluasi dan meningkatkan tata letak berdasarkan frekuensi aliran material dan jarak antar fasilitas. Dalam penelitian ini, CRAFT digunakan untuk menyimulasikan beberapa iterasi perbaikan layout dengan tujuan menurunkan total *Ongkos Material Handling (OMH)*. Langkah-langkah yang dilakukan adalah:

1. Menyusun layout awal berdasarkan data lapangan;
2. Menghitung jarak antar pusat departemen (Euclidean Distance);
3. Menghitung OMH menggunakan rumus:

$$OMH=f \times r \times c$$

Di mana:

f = frekuensi aliran antar departemen;

r = jarak antar pusat departemen;

c = biaya per satuan jarak.

4. Melakukan pertukaran posisi antar departemen (pairwise interchange) dan mengukur penurunan OMH pada setiap iterasi;
5. Menyusun layout usulan terbaik berdasarkan iterasi minimum OMH.

Tabel 1. Ringkasan Hasil Iterasi Metode CRAFT

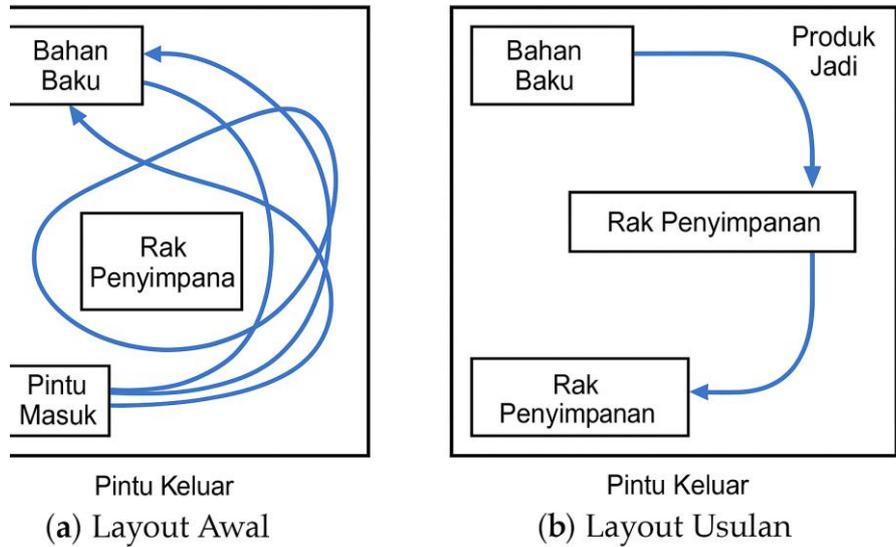
Iterasi	Total Jarak (m)	Total OMH (Rp)	Perubahan OMH (%)
Awal	39.00	3.489.000	-
I	34.70	3.120.000	-10.57%
II	31.80	2.765.000	-20.74%
III	25.00	2.450.000	-29.78%

4.5. Analisis Efisiensi Layout Usulan

Layout terbaik diperoleh pada iterasi ke-3. Perubahan yang dilakukan antara lain:

- Memindahkan area penyimpanan veneer baru lebih dekat ke pintu masuk;
- Menyusun ulang rak penyimpanan secara linear di sisi yang memudahkan akses forklift/manual handling;
- Menempatkan area produk jadi di dekat pintu keluar untuk efisiensi pengiriman;
- Menerapkan pola aliran U-Shape sehingga proses masuk dan keluar material tidak tumpang tindih.

Gambar 2. Perbandingan Layout Awal dan Usulan



- (a) Layout Awal: Terdapat banyak lintasan yang bersilangan
- (b) Layout Usulan: Menerapkan alur kerja U-Shape dan zonasi bahan.

Perubahan ini mengakibatkan:

- Pengurangan total jarak pemindahan sebesar 14 meter (35.9%);
- Penurunan ongkos material handling sebesar Rp 1.039.000 (29.78%);
- Efisiensi waktu rata-rata pengambilan bahan meningkat dari 8 menit menjadi 5 menit;
- Berkurangnya potensi kemacetan dan kesalahan penyimpanan.

4.6. Validasi Hasil

Validasi dilakukan melalui uji coba simulasi menggunakan layout usulan. Operator diminta melakukan proses handling dengan rute baru dan mencatat waktu serta kenyamanan kerja. Hasil validasi menunjukkan peningkatan kenyamanan dan penurunan keluhan atas ruang kerja. Penurunan waktu penanganan produk juga konsisten terjadi selama simulasi 2 minggu berturut-turut.

Implikasi praktis dari hasil ini sangat positif bagi UKM yang memiliki keterbatasan ruang namun menginginkan peningkatan efisiensi. Metode CRAFT terbukti tidak hanya efektif untuk perusahaan besar, tetapi juga adaptif untuk skala industri kecil menengah.

Selain itu, pendekatan ini dapat diintegrasikan dengan metode manajemen visual (visual management) untuk menambahkan label warna, pengkodean rak, dan sistem barcode agar proses tracking dan penyimpanan makin akurat.

4.7. Diskusi Hasil Interpretasi

Temuan penelitian ini menguatkan hasil dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Susanto dan Rusindiyanto (2019), yang juga mencatat efisiensi biaya lebih dari 20% setelah penerapan CRAFT. Hal ini membuktikan bahwa perbaikan tata letak memiliki pengaruh signifikan terhadap produktivitas dan efisiensi biaya, terutama dalam lingkungan kerja yang memiliki aktivitas material handling tinggi.

Perbedaan utama dengan penelitian terdahulu adalah konteks UKM dan keterbatasan lahan. Dalam hal ini, penerapan metode CRAFT dilakukan tanpa bantuan software otomatis seperti Quantitative Systems, melainkan berbasis

spreadsheet (MS Excel), menunjukkan fleksibilitas metode ini untuk digunakan pada skala terbatas dengan sumber daya minimal.

5. Perbandingan

Penerapan metode CRAFT dalam penelitian ini menghasilkan penurunan total ongkos material handling sebesar 29,78% dan pengurangan jarak perpindahan material sebesar 35,9%. Untuk menilai kontribusi lebih lanjut, berikut ini adalah perbandingan hasil penelitian ini dengan beberapa penelitian terdahulu yang relevan:

Tabel 4. Perbandingan dengan Penelitian Sebelumnya

Peneliti	Objek	Penurunan Jarak	Penurunan OMH
Ferinandaa & Rusindiyanto (2021)	PT. XYZ	14.02%	Rp 197.507 (30.5%)
Susanto & Rusindiyanto (2019)	PT. Fokus Cipta Makmur	20.93%	Rp 352.750 (20.93%)
Tholib et al. (2021)	Pabrik Bakso Brenggolo	-	15.1%
Wattimena & Edwin (2015)	PT. Mulchindo	33.63%	Rp 6.654.199 (45%)
Penelitian Ini (2025)	CN Veneer Jepara (UKM)	35.9%	Rp 1.039.000 (29.78%)

Dari tabel di atas, terlihat bahwa hasil penelitian ini berada dalam kisaran optimal dari sisi efisiensi dibanding penelitian terdahulu. Yang menjadi keunikan adalah:

- Penelitian ini dilakukan di UKM dengan keterbatasan ruang dan SDM;
- Simulasi dilakukan secara manual menggunakan Microsoft Excel, bukan software khusus;
- Terdapat validasi lapangan pasca simulasi untuk menilai dampak terhadap operator secara langsung.

Keunggulan lain adalah pendekatan implementatif yang tidak hanya menampilkan layout alternatif, tetapi juga menyertakan sistem zonasi bahan, pengelompokan rak, dan aliran logistik dengan pertimbangan ergonomi.

6. Kesimpulan

6.1. Ringkasan Hasil Penelitian

Penelitian ini bertujuan mengusulkan perbaikan tata letak area gudang bahan baku di CN Veneer Jepara menggunakan metode CRAFT. Hasil penelitian menunjukkan bahwa:

- Layout awal memiliki aliran material yang tidak efisien, dengan total jarak 39 meter dan OMH sebesar Rp 3.489.000/bulan.
- Simulasi metode CRAFT melalui 3 iterasi menghasilkan layout baru dengan pengurangan jarak menjadi 25 meter dan OMH menjadi Rp 2.450.000.

- Efisiensi waktu penanganan material meningkat sebesar 37.5% dan validasi lapangan menunjukkan peningkatan kenyamanan operator.

6.2. Sintesis Temuan

Temuan ini mendukung hipotesis bahwa metode CRAFT efektif untuk meminimalkan jarak dan biaya material handling, bahkan dalam konteks ruang terbatas seperti di UKM. Layout baru dengan alur berbentuk U-Shape memungkinkan mobilitas kerja yang lebih lancar dan menghindari perpotongan lintasan.

6.3. Implikasi

Penerapan metode CRAFT pada UKM:

- Menjadi solusi praktis untuk perbaikan tata letak tanpa investasi besar;
- Dapat menjadi model implementasi lean logistics pada industri mikro;
- Menunjukkan bahwa analisis kuantitatif tata letak dapat dilakukan secara manual dan tetap valid.

6.4. Keterbatasan dan Saran

Penelitian ini memiliki keterbatasan pada:

- Penggunaan software sederhana (Excel);
- Tidak mempertimbangkan variabilitas permintaan atau perubahan produksi musiman;
- Tidak mempertimbangkan integrasi sistem digital dalam layout.

Saran untuk penelitian selanjutnya:

- Menggabungkan CRAFT dengan algoritma optimasi lainnya (misalnya Simulated Annealing atau Genetic Algorithm);
- Mengembangkan sistem pelabelan (barcode/RFID) untuk tracking barang;
- Melakukan layout dinamis berdasarkan permintaan aktual.

Kontribusi Penulis:

Penelitian ini melibatkan tiga penulis dengan peran yang berbeda dan saling melengkapi dalam proses pelaksanaan dan penulisan artikel.

- Konseptualisasi:** Muhammad Alan Nazid Solih dan Gunawan Mohammad;
- Metodologi:** Muhammad Alan Nazid Solih;
- Perangkat Lunak:** Muhammad Alan Nazid Solih;
- Validasi:** Muhammad Alan Nazid Solih, Gunawan Mohammad, dan Budi Lofian;
- Analisis formal:** Muhammad Alan Nazid Solih;
- Investigasi:** Muhammad Alan Nazid Solih;
- Sumber daya:** Muhammad Alan Nazid Solih;
- Kurasi data:** Muhammad Alan Nazid Solih;
- Penulisan—persiapan draf asli:** Muhammad Alan Nazid Solih;
- Penulisan—peninjauan dan penyuntingan:** Gunawan Mohammad dan Budi Lofian;
- Visualisasi:** Muhammad Alan Nazid Solih;
- Supervisi:** Gunawan Mohammad;
- Administrasi proyek:** Muhammad Alan Nazid Solih;

☑ **Akuisisi pendanaan:** Gunawan Mohammad.

Pendanaan:

Penelitian ini tidak menerima pendanaan eksternal

Pernyataan Ketersediaan Data:

Data yang mendukung hasil penelitian ini tidak dapat dibagikan secara publik karena keterikatan dengan data internal perusahaan mitra (CN Veneer Jepara). Namun, data tersebut dapat diberikan oleh penulis utama berdasarkan permintaan yang wajar dan disetujui oleh pihak perusahaan untuk keperluan akademik.

Ucapan Terima Kasih:

Penulis mengucapkan terima kasih kepada manajemen dan staf CN Veneer Jepara atas izin akses lokasi dan informasi operasional yang sangat membantu dalam proses observasi. Terima kasih juga kepada rekan-rekan mahasiswa Teknik Industri Universitas Islam Nahdlatul Ulama Jepara yang turut membantu dalam pengumpulan data lapangan. Penulis menyatakan bahwa perangkat AI digunakan terbatas pada tahap perapihan naskah dan penyusunan visualisasi, bukan dalam proses analisis utama.

Konflik Kepentingan:

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan. Pendana tidak memiliki peran dalam desain studi; dalam pengumpulan, analisis, atau interpretasi data; dalam penulisan naskah; atau dalam keputusan untuk menerbitkan hasil.

Referensi

- [1] A. Heragu, *Facilities Design*, 5th ed. Boca Raton: CRC Press, 2022.
- [2] M. Muther, *Systematic Layout Planning (SLP)*, 2nd ed. Atlanta: Management & Industrial Research Publications, 1973.
- [3] N. S. Tjokroamidjojo, *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*, Yogyakarta: BPFE, 2006.
- [4] A. S. Nugroho dan I. R. Kartikasari, "Perancangan Tata Letak Fasilitas Menggunakan Metode CRAFT untuk Meminimasi Ongkos Material Handling," *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*, vol. 9, no. 2, pp. 129–137, 2021, doi: 10.26593/jrmsi.v9i2.3897.
- [5] S. Rusindiyanto dan A. Susanto, "Analisis Tata Letak Gudang Menggunakan Metode CRAFT untuk Menurunkan Biaya Material Handling," *Jurnal Teknik Industri*, vol. 7, no. 1, pp. 10–18, 2019.
- [6] M. A. Nazid dan G. Mohammad, "Usulan Perbaikan Tata Letak Area Gudang Produksi Bahan Baku Veneer Menggunakan Metode CRAFT di CN Veneer," *Skripsi*, Univ. Islam Nahdlatul Ulama Jepara, 2025.
- [7] I. Wattimena dan E. Edwin, "Optimasi Tata Letak Fasilitas Menggunakan CRAFT dan Perbandingan Biaya," *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, vol. 3, no. 2, pp. 45–51, 2015.
- [8] T. Sutrisno, "Manajemen Gudang dan Distribusi," *Jurnal Logistik Bisnis*, vol. 4, no. 1, pp. 30–37, 2020.
- [9] I. Setiawan dan M. A. Rifa'i, "Perancangan Ulang Tata Letak Gudang dengan Pendekatan SLP dan CRAFT," *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, vol. 19, no. 1, pp. 17–25, 2020.
- [10] S. R. Saputra, "Implementasi Lean Manufacturing dan Tata Letak U-Shape pada Pabrik UMKM," *Jurnal Manajemen Industri dan Logistik*, vol. 6, no. 2, pp. 66–75, 2022.
- [11] J. Tompkins et al., *Facilities Planning*, 4th ed. Hoboken, NJ: Wiley, 2010.
- [12] A. R. Taha, *Operations Research: An Introduction*, 10th ed. Pearson, 2017.
- [13] A. A. Tholib, M. Zainuri, dan A. E. Dwi, "Perancangan Tata Letak Fasilitas Produksi dengan Metode CRAFT dan SLP," *Jurnal Teknik Industri UNISSULA*, vol. 7, no. 1, pp. 33–40, 2021.
- [14] D. Wibowo dan H. Ramadhan, "Optimasi Tata Letak Gudang Menggunakan CRAFT dan Simulasi ARENA," *Jurnal Teknik Industri*, vol. 8, no. 2, pp. 20–28, 2022.
- [15] S. Chan dan D. W. Miller, "An Enhanced CRAFT Algorithm for Layout Design," *Computers & Industrial Engineering*, vol. 29, no. 1–4, pp. 303–306, 1995.
- [16] R. Kusiak dan S. Heragu, "The Facility Layout Problem," *European Journal of Operational Research*, vol. 29, no. 3, pp. 229–251, 1987.
- [17] D. Wu, X. Li, dan H. Zhang, "Hybrid CRAFT and Genetic Algorithm for Flexible Facility Layout Optimization," *Procedia Manufacturing*, vol. 17, pp. 826–833, 2018.
- [18] P. Liker, *The Toyota Way*, New York: McGraw-Hill, 2004.

[19] S. Nahmias, *Production and Operations Analysis*, 7th ed. Waveland Press, 2019.

[20] D. Chopra dan P. Meindl, *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation*, 6th ed. Pearson, 2016..